

마이크로파를 이용한 콘크리트 강도추정에 관한 연구

A Study on the Strength Estimation of Concrete Using Microwave

박 일 용* 이 종 균** 박 영 진*** 안 형 준**** 정 상 진*****
Park, Il Yong Lee, Jong kyun Park, young Jin Ahn, hyung joon Jung, Sang Jin

ABSTRACT

Concrete is to be important quality in placement point and exact test method needed about early judgement method concrete on placement point. But early judgement method of concrete proposed various kind of method because the problems of accuracy and the time required of test exists, it is used within the limits. This study is to propose of early strength judgement by using microwave for accurate estimating early strength of concrete and to develop test machine.

Through out this study we find that belows.

- 1) Strength development of concrete specimen according to the time heated by microwave showed the height strength development in 9 minutes regardless of slump and w/c.
- 2) As cooling time is long, strength of concrete specimen according to the time heated by microwave showed high strength development and this tendency is like regardless of heating time, w/c and slump.
- 3) As w/c is high, accelerating strength development according to w/c showed lower strength development and this tendency is like regardless of slump, heating time and cooling time.
- 4) As slump is big, compressive strength of specimen in standard curing showed lower value and as w/c is big, strength development showed lower

1. 서론

콘크리트는 타설시점에서의 품질이 중요하나 재료의 선정에서 배합의 결정, 조합, 운반에 이르는 제조과정은 콘크리트공장의 관리에 맡기고 있다. 따라서 타설시점의 콘크리트에 대한 품질여부를 즉시 판정할 필요가 있다. 또한 콘크리트의 강도판정은 28일이 경과한 강도를 필요로 하기 때문에 타설시점에서 콘크리트 조기강도 추정에 대한 정확한 시험방법이 필요하다. 지금까지의 콘크리트 조기강도 판정방법은 여러 가지가 제안되어 있으나 정확성과 실험소요시간에 대한 문제점이 상존하여 제한적으로 사용되고 있는 형편이다. 본 연구는 콘크리트 강도를 조기에 추정하기 위하여 마이크로파를 사용한 조기강도판정법을 제안하는 연구로 콘크리트품질관리에 유용하게 사용되어 부실공사를 방지하고 건축물의 구조안정성을 확보하여 사회적으로 확산되어 있는 건설공사 불신을 해소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

* 정회원, 단국대학교 건축공학과 석사과정
** 정회원, 단국대학교 건축공학과 박사과정
*** 정회원, (주) 코오롱 기술연구소 팀장
**** 정회원, 강남대학교 건축공학과 교수
***** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

2. 실험 개요

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201(포틀랜드시멘트)규정에 적합한 국내S사의 제1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

실험에 사용한 골재는 북한강산으로 잔골재는 최대크기를 5mm이하로 입도조정하여 사용하였고 굵은 골재는 25mm이하로 입도조정하여 사용하였다.

2.1.3 급결제

본 실험에서 마이크로파 가열을 통한 초기강도 촉진 및 강도성상을 유지시키기 위해 사용한 급속경화제는 Na_2SiO_3 를 주성분으로 하고, 비중이 1.38, pH 3.2의 성상을 가진 것으로 그 물성은 표 1과 같다.

표 1 급결제의 성분표

성상	비중	pH	성분 (%)					
			Na_2SiO_3	NaFSiO_3	규산염	금속염	산화제	안정제
액체	1.38	3.2	65	5	6	5	0.5	1

2.2 배합계획

본 실험의 배합계획은 W/C 45%를 기준으로 하여 W/C를 40%, 50%, 55%를 설정하였고 각각의 콘크리트를 예비 실험을 통하여 슬럼프를 8cm와 15cm로 각각 설정하였다. 기초실험을 통하여 마이크로파 촉진강도를 얻기 위한 적정 급결제량 도출하여 시멘트량의 7%를 사용하였다. 목표 공기량을 $4.0 \pm 1.0\%$ 로 설정하였고 만족하는 공기량을 얻기 위해 혼화제량을 조정하였다.

본 실험의 인자 및 수준은 표2와 같다.

표 2 실험인자 및 수준

요인	물 시멘트비(%)	슬럼프(cm)	급결제	촉진시간(분)	50℃온수조 양생시간(분)	양생법
인자	40, 45, 50, 55	8, 15	시멘트 중량의 7%	6, 9, 12	15, 20, 25	표준양생, 마이크로파에 의한 촉진양생
수준	4	2	1	3	3	2

2.3 실험방법

각 수준 및 인자별로 표준 강도를 측정하기 위해 콘크리트를 비빈후 표준양생을 위한 시험체를 제작하였다. 시료를 채취하여 급결제를 첨가하고 다짐을 실시한 뒤 전자레인지에서 시간별 촉진양생을 실시하였다. 이후 온수조(50℃)에서 15분, 20분, 25분 시간별 수중양생을 실시한 후 압축강도를 측정하여 표준시험체강도와 비교·분석하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 촉진시간에 따른 강도발현 특성

마이크로파의 가열 시간과 냉각시간에 따른 강도발현성상을 슬럼프8cm와 슬럼프15cm의 경우를 그림 1과 그림 2에 각각 나타내었다.

그림에 나타난 것처럼 6분 가열한 시험체의 강도발현은 매우 낮은 것으로 나타났다. 이러한 원인은 가열시간이 적어 수화반응이 충분하지 않은 때문으로 판단된다. 그러나 9분이상 가열한 시험체의 강도발현은 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 12분 가열한 시험체는 9분 가열한 시험체보다 강도가 약간 저하하는 경향을 나타내고 있는데 이것은 급격한 온도상승으로 인한 시험체 내부의 열응력과 균열

때문으로 판단된다. 이러한 경향은 물시멘트비와 슬럼프의 차이에 관계없이 동일한 것으로 나타났다.

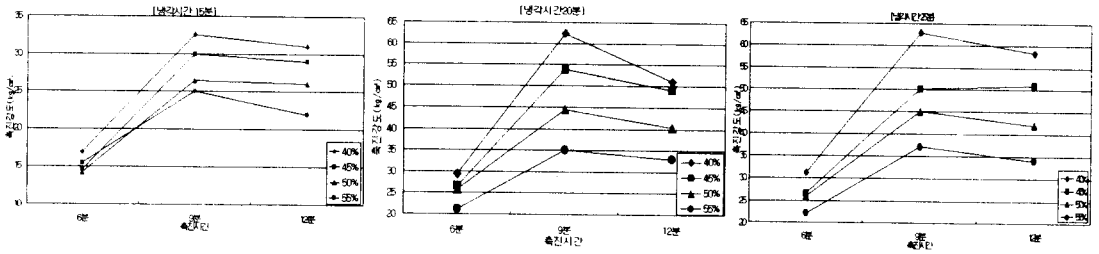


그림 1 가열시간에 따른 축진강도발현특성(슬럼프 8cm)

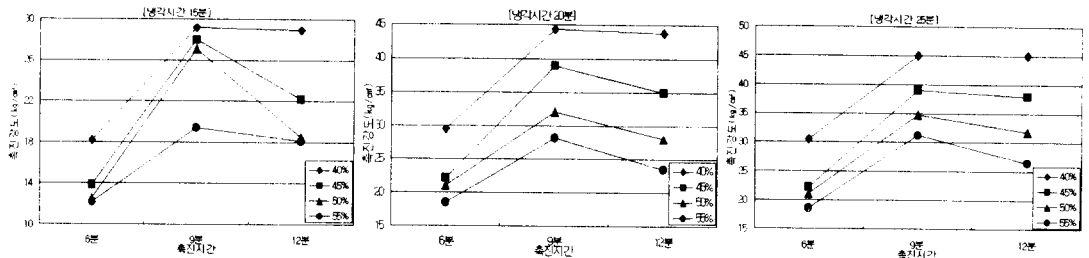


그림 2 가열시간에 따른 축진강도발현특성(슬럼프 15cm)

3.2 양생시간에 따른 강도 발현

양생시간에 따른 강도발현성상에 대하여 슬럼프 8cm의 시험체의 축진강도성상을 그림 3에 슬럼프 15cm 시험체의 축진강도성상을 그림 4에 각각 나타내었다. 그림에 나타난 것처럼 양생시간이 길어질수록

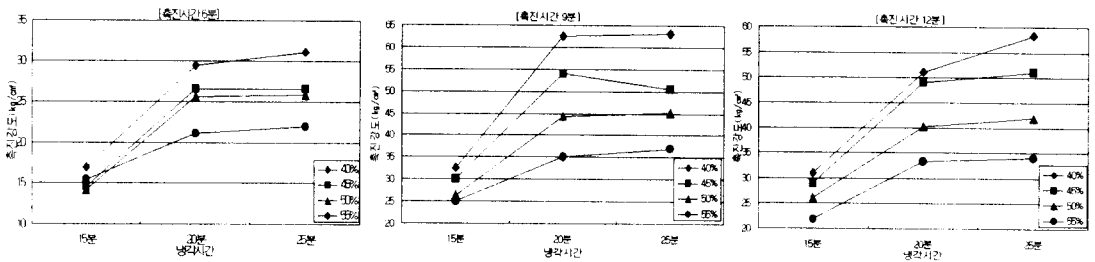


그림 3 양생시간에 따른 축진강도발현(슬럼프 8cm)

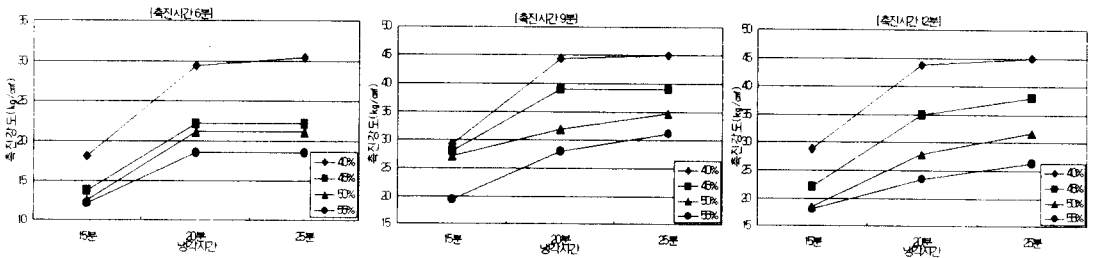


그림 4 양생시간에 따른 축진강도발현(슬럼프 15cm)

강도발현이 커지는 경향을 보이고 있다. 특히 15분 양생한 시험체의 강도발현은 낮은 반면 20분 냉각한 시험체에서는 급격한 강도발현을 나타내고 있다. 그러나 강도 발현 경향은 양생시간 20분과 25분이 거의 유사한 것으로 나타났다. 이러한 경향은 마이크로파의 가열시간과 물시멘트비와 슬럼프에 관계없이 모든 시험체에서 같은 경향을 보이는 것으로 나타났다.

3.3 촉진강도와 표준강도의 상관성

9분가열한후 20분 수중양생한 시험체의 촉진강도와 재령 28일의 압축강도와의 상관관계에 대하여 슬럼프 8cm의 경우를 그림5에 슬럼프 15cm의 경우를 그림6에 각각 나타내었다.

그림에 나타난 것처럼 7일 압축강도의 상관성은 슬럼프에 관계없이 28일 압축강도에 비하여 낮은 것으로 나타났다. 그러나 28일강도와의 상관계수는 슬럼프8cm의 경우 0.99, 슬럼프15cm의 경우는 0.98로 상당히 양호한 것으로 나타났다.

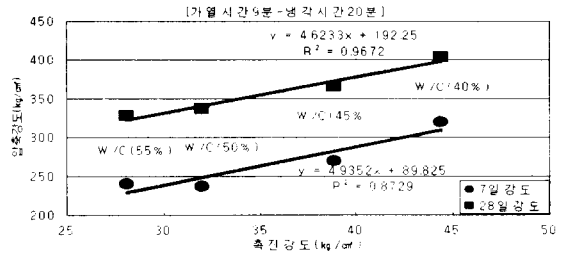
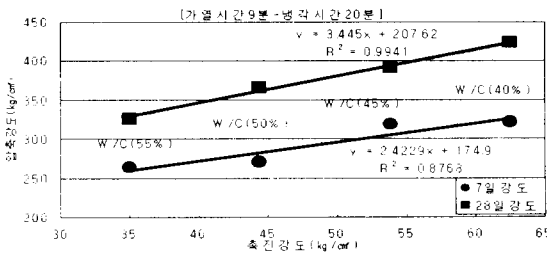


그림 5 촉진강도와 재령별압축강도의 상관성(슬럼프8cm) 그림 6 촉진강도와 재령별압축강도의 상관성(슬럼프15cm)

4. 결론

본 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 마이크로파 가열시간에 따른 콘크리트 시험체의 강도발현성상은 슬럼프와 물시멘트비에 관계없이 9분 가열한 시험체에서 가장 높은 강도발현을 나타내고 있다.
- (2) 마이크로파 가열에 따른 콘크리트 시험체의 강도발현성상은 냉각시간이 길어질수록 강도발현이 크게 나타났고 이러한 경향은 가열시간과 물시멘트비, 슬럼프에 관계없이 거의 유사한 것으로 나타났다.
- (3) 물시멘트비에 따른 촉진강도성상은 물시멘트비가 높을수록 낮은 강도발현을 나타내었고 이러한 경향은 슬럼프와 가열시간, 냉각시간에 관계없이 거의 유사한 것으로 나타났다.
- (4) 표준양생한 시험체의 압축강도는 같은 물시멘트비에서 슬럼프가 클수록 작은 값을 나타내었고, 물시멘트비가 클수록 강도발현은 저하하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 1) 진영각, 「마이크로파 공학의 기초, 청문각」, 1998. 1
- 2) 정상진외 2명, 「건축재료실험, 형설출판사」, 1998. 1
- 3) マイクロ波を利用したコンクリート早期強度判定, セメント・コンクリート No. 538, 12. 1991.